CONTROL SYSTEM FOR POWER CONVERTER

Patent Number:

JP10225199

Publication date:

1998-08-21

Inventor(s):

KAIDA HIDETOSHI

Applicant(s):

FUJI ELECTRIC CO LTD

Requested Patent:

JP10225199

Application Number: JP19970023365 19970206

Priority Number(s):

IPC Classification:

H02P21/00; H02M7/48

EC Classification:

Equivalents:

Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To perform vector control by providing only one current detector regardless of the number of phases of a power converter.

SOLUTION: Vector control of voltage and current can be carried out regardless of the number of phases of a power converter by providing a current detector 103 only for one arbitrary phase of an N phase (N is an arbitrary integer) power converter and combining a vector regulation means 104, means 105 for estimating the state of an AC network 102 (estimating a current component orthogonal to a current detection value from an orthogonal voltage command 115), coordinate conversion means 106, 107, and the like.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

This document was cited in the specification.

(16)日本日本日(15)

ধ # 华 噩 ধ 2

(二) 特別出版公司 中 数字 **特爾平10-222199**

(43)公開日 平成10年(1998) 8月21日

	¥	ы
		1/48
<u>-</u>	H02P	H02M
BRITER		
	21/00	1/48
(51) Int Q.	H02P	H02M

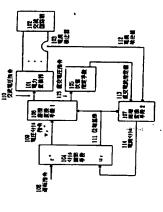
(長 8 田) 9 未配次 耐水田の町 6

(54) [発明の名称] 集力教徴配配館力以

(57) (現数)

【表因】 電力変数器の相数に関係なく、1つの相衝数 出路だけを吸けてペクトル制御を可能とする。

[解決手段] N (任意の監数) 相電力変換器101の 節手段104、交流回路約102の推定を行なう (位交 を推定する)状態推定手段105、および麻幌変換手段 106.107 答を組み合わせることで、 犯力変換器の 丘島の1 和にのみ配徴後出第103を設け、ベクトル劇 **心圧指令115から配徴後出値と直交する直交を制度分 単数にかかわらず(型): 危後のベクトル妨御を可能とす**



な作品をの他国

る指定手段と、その推定直交配補と配流検出値とから配 の第2の用標変換手段からの出力と選帖指令とにもとづ 【諸梁切1】 N (任意の無数) 相の交流回路子を持つ 首力教験器の1年17の多数けられる民族教団語り、巨気 と、この他用ペクトル指令を交換和用指令および配換数 令)に乾陵する第1の角標整陵手段と、この代交和旧折 **近ペクトルを貸出する第2の施模変換手段とを備え、こ** き们に、礼焼ベクトルの耐御を可能にしたことを特徴と 介から和彼後川伽と爪交する成分(爪交相说)を推定す H版系の池II:スクトル指令を資算するスクトル雑簡語 川相の交流電圧折合に対応する直交成分(直交電圧指 する電力変換器制御方式。

所記女徳ULE指令および電磁機用値を入力することを特 【請求項2】 向記権定手及には爪交和圧拵令の他に、 位とする請求項1に記載の電力変換器制御方式。

との2相札焼を推定する推定手段と、この2相和流を机 【指米項3】 N (信息の転数) 年の交流包造子を珍し 位力変数器の14にのみ返けられる電流数川器と、阿徳 来との会社法を支撑するスケトリ重節語と、崇祀的用人 折介に対応する直交成分 (直交電圧指令) に変換する第 指数系の利用ペクトル指令および回転来観系と静止系数 クトル指令を交換型に指令および性微機間相の交流型に 1の座標整膜手段と、配施数目値、前記交流型目指令お の第2の形質変数手段からの出力と運転指令とにもとづ き①川: 配徴ペクトルの制御を可能にしたことを特徴と よび消耗性交配圧指令から配送後出位とその点交出統領 **ポペクトルに変換する前2の座標変換下段とを備え、こ** する電力変換器的御方式。

[指水切4] N (任章の散数) 和の交流回場子を持つ 他力変数器の1相にのみ数けられる和波数田器と、回転 **吊との位相差を複算するペクトル関節器と、前記程JEへ** 所収系の利圧ペクトル指令および回転所収系と静止施収 前記和正ペクトル格合。前記位相談および電流ペクトル から礼休ペクトル推定値を求める推定手段と、この机流 ベクトル指定値と配徴物出値とから配流ベクトルを放算 する仏術ペクトル放算下段とを備え、この配摘ペクトル ベクトルの財都を可能にしたことを特徴とする恒力教授 資算手段からの川力と型転指令とにもとづき相近, 和鉄 クトル桁介を交流和圧指令に変換する所収変換手段と、 界向每方式。

前記推定手段には配流検出的も入力する ことを特徴とする耐火灯4に配破の粗力変換器制御方 [記录机5]

(請求項6) N (任意の散数) 相の交流倒端子を持つ **向力数数器の1相にのみ数けられる和常数田器と、同位 斥との位相発を資算するペクトル製節器と、前配配圧**ス 格標系の和圧ベクトル指令および回転を収系と静止地数 ケトル指令を交流和圧指令に変換する無償変換手段と、

特開平10-225199

術ペクトル推定値を求める推定手段とを備え、この推定 下段からの川力と遺伝指令とにもとづき和圧、鬼食ベク トルの初節を三化にしたことを特徴とする低力変換器制

[死明の詳細な説明]

0001

[発明の属する技術分配] この発明は、電力変換器制御 が式に関する.

(0002)

される。102は交流回路網を示し、ここでは関9に示 発生手段501と、電鉄調節手段502等を設けて構成 は、電力変換器503が電焼網節手段502により、交 液折介死生子段501から出力される交流の配徴折合に ・数するよう、性流後川値を帰還防御しており、単相の [従来の技術] 図8にこの箱の第1の従来側を示す。配 力変数隔503に対し、配抗後旧路103と、交流所令 すように、恒額系統または負債601とフィルタ602 を組み合わせたものを想定している。すなわち、関8で 個力数数器の倒である。 :2

[0003] 図10にこの間の訳2の従来包とした、3 田伯力変数器の倒を示す。ここでは、私力変数器101 に対し、少なくとも2つの泡剤検出隊103,701

と、ベクトル値部下段104、ベクトル質器下段104 の川力する型川ベクトル指令109を交就電圧指令11 0に変換する第1の所模変換手段106、および配放機 旧器103,701の旧力を配済ベクトル114に敷設 する第2の単標整数手段107等を設けて構成される。 対11は対10の交換回路網の具体的モボし、関11

(8) は3相の電散系統または負債801とフィルタ8 0.2とを組み合わせた例を示し、図1.1 (b) は交流電 動機803の例を示す。すなわち、関10では、ベクト ル湖節手段104が、選転折合108に従って回転磨機 系の静止・角膜系に対する位相基準111(0)を計算 し、汽流ベクトル114を結盟何関している。

[0004] 33 [死明が解放しようとする思題] 一般に、交債理論では フェーザを川いて解析が行なわれる。瞬時値を取り扱う 必要がある場合、例えば上記算2の従来例をはじめとす 1:記第1の従来例のような単相の場合は、多相で使用さ れるペクトル所に基づく制御方式を適用することができ ない。また、第2の従来例のように多相の場合、2次元 のベクトルを収り扱う必要上、電流機用器を少なくとも 2つ赴けなければならず、電鉄袋川器を1つとすること は困難である。したがって、この発明の凝固は配力を換 器の相数にかかわりなく、1つの私党後出路を用いるだ けでフェーザまたはペクトルに基づく耐御を可能にする る3 和や多相の機器の初脚には、ベクトルが用いられ る。しかし、フェーザやベクトルは2次元の鼠であり、 Ç \$

(0005) 99

『流陵川角』 前紀位和差および電圧ベクトル折合から乳

検出値とから電缆ベクトルを貸出する第2の用標数換手 るため、研水項1の光明では、N (Nは低点の整数) 柏 の交流倒縮子を持つ電力変換器の1相にのみ扱けられる るペクトル質節語と、この池川ペクトル指令を交換池川 指令および電焼機田和の交焼池圧指令に対応する低交成 敬とを備え、この第2の庶間変換手段からの出力と正伝 この直交電圧指令から電鉄酸出値と直交する成分(直交 机供)を推定する推定手段と、その推定爪交机械と机械 ている。この請求項1の発明では、前配推定手段には直 [展題を解決するための手段] このような展望を解決す 和故使用路と、回転用概器の和EKカトル指令を放算す 桁令とにもとびを恒圧。 配徴ペクトルの創御を可能にし 女和圧指令の他に、前紀交流和圧指令および石坑砂田値 分(爪交電圧指令)に変換する第1の形質変換手段と、 を入力することができる(酢泉項2の兜引)。

トル調節器と、前配配圧ペクトル折令を交流配圧指令お 数)相の交抗側端子を持つ電力変換器の1相にのみ扱け られる鮑被後田路と、回航系数系の和川スクトル指令お よび回転磨磨器と静止飛煙器との位相冷を放算するベク よび電流検出相の交流電圧指令に対応する前交成分(位 交配圧折合)に変換する第1の飛筒変換手段と、化抗検 出資、前紀交流電圧指令および前記前交配圧指令から電 焼使出値とその直交配跡値との2 相配焼を焼定する推定 手段と、この2相和故を礼徒ペクトルに変換する第2の **原間変換手段とを備え、この第2の用間変換手段からの 出力と運転指令とにもとづき電圧。 配抜ペクトルの制御** [0006] 耐水田3の死別では、N (Nは低低の機

の敷数)相の交換開端子を持つ周力変換器の1相にのみ 数けられる配徴数川器と、阿松光概器の追用ベクトル桁 [0007] また、請求項4の発明では、N (Nは任意 合および回転売買系と静止飛慣系との位相深を放算する ペクトル質節器と、何紀和近代クトル指令を交流和旧指 令に変換する座標変換手段と、前配配圧ベクトル指令。

1 P C X T Q V x-Ax+pv

但し、x:伏憩変数、A, b. c. d:係数行列

A:交流越压、i:超消换出值

かしく、角角数数 4 で回転する回転系数系の他にベクト [0010] ここで、交流和Evは交流和出指令v'に

v=v'= (cosθ, -sinθ) v,' v,'= (v,', v,')' (Tは乾酸行列であるこ

v,', v,': d性, q他の各型圧指令 (麻字 [d] 1 p m ζ = θ は d M. 「q」は q M成分を示す)

v = (sin0, cos0) v, : 静止密標系に対する角度

哲記会担然および名遣ベクトルから名遣ベクトル語記食 を求める推定手段と、この電鏡ペクトル推定値と電鏡後 生質とから出流ベクトルを資源する相強ベクトル資源下 段とを備え、この組織ペクトル旗算手段からの川力と選 松折かとにもとづき相川。 沿流ペクトルの制御を可能に している。この趙永知4の発明では、前起推定手段には **省銃校IIIがも人力することができる(静永頃5の売**

10 数)村の交流間端でを持つ阻力敷敷器の141にのみ設け られる配統検出器と、回転磨標系の配圧ベクトル指令お トル側節器と、前記句圧ペクトル折合を交流句目:折合に び和氏ペクトル折合から和彼ペクトル推定値を求める推 よび回転炮爆系と静止廃機系との位相常を放算するベク 爱晚する所模変数手段と、電流使出館。 前配位相違およ 近手段とを備え、この推定手段からの川力と選転指令と [0008] 耐米明6の売別では、N (Nは任意の教 にもとづき相圧、和強ベクトルの制御を可能にしてい 2

[6000]

[作用] 実施の形態について説明する前に、この発明の 作用原理につき裁判する。多相の乱力変換器の交流端子 に接続される負荷や粗製系統、または交流咀動機などの 交流回路網のモデルから、直交2軸の状態方程式を作る ことは一般に行なわれている。一方、単相の場合、交流 回路網だけでは直交2輪の状態方程式を作れないが、実 際の交流回路和と低交する状態肌を持つ仮机的な交流回 路網の状態方程式を作り、状態方程式を拡張すれば低交 2 軸の状態方程式を作ることが可能となる。以下、第 2

1. 第2の発明の場合について説明する。まず、単相に (1) 式の如くであるとする. なお、(1) 式ではりの おいて、交流回路網の状態方程式が次の数1で示す たけした「・」和号は微分操作を示す。

ル桁令v,'とは次の(2) 式の関係があるものとす

とを示す。)

えられるものとする。なお、作号の所に「一」記号を付 [0011] これに対し、直交配圧指令v・は次式で与 .. (3)

り、先の(1)式の1を1 に関換した、次の数2で示 ると、Iにሲ交する成分!・そわることができる。つま この化交配圧折合~、を交流回路網と同じモデルに与え

体理410-225199

ず(5)式を放算することにより必められる。

ا ق

价1とを次の数3で示す(6)式により、回転廃機系の [0012] 北紀(5) 式から仰られる1. と私法後出

(**8** 3)

9

を用いて帰還制御を行なう。そのため、ベクトル親節手 [0013] ペクトル網節手段では、上記程流ベクトル 及における入力、すなわち遺転折介 r' と帰還入力

ui、出力v,''、0 との関係を、次の (1) 式で示す

関数トで表わす

(v,'', 0) '=h (r'', u,') ここで、帰還入力u,を次の(8)式の如く与えれば,

あっても、回転磨悶系の耐鬱資算を行なうことができる 私後ペクトルは瞬時値であるから、甲柱の私力救後等で , '= 'n

そこで、概点を抑制するため、推定概然を毛質制する場 20 遠を敬けた推定資算を行なうことも可能である。交換電

1,"を帰還することができる。

5が、初期値やパラメータ副差などによる状態変数の権 [0014] 次に、上式でも1 の推定は勿論可能であ **ご悶着が合まれていると、正確な推定ができなくなる。** のは、明らかである。

数4の如き (9) 式で示される。

 $\binom{1}{2}$ $\binom{1}{2}$ $\binom{1}{2}$ $\binom{1}{2}$ $\binom{1}{2}$ $\binom{1}{2}$ $\binom{1}{2}$ $\binom{1}{2}$ $\binom{1}{2}$ $\binom{1}{2}$ $\int_{0}^{x} \left[\frac{x}{2} \right]^{-1} \left[\frac{x}{2} \right] \left[\frac{x}{2} \right]^{-1} \left[\frac{x$

ただし、x':状態変数xの推定値、i':iの推定値、f(e) f'(e):eの陽数

代入することで、戯磬のより一層少ない梵流ペクトルを 収めることができる。なお、上配(9) 式はオブザーバ 数)相の交託回路網が接続されたNM2のN相配力表換 [0015] 上紀の枯果得られる!・老先の (6) 式に や選応オブザーバに等価な資算であり、一般に知られて いるアルゴリズムに従って撒朴しても機能に変わりはな い。以上はN=1の場合であるが、対称なN(任意の権 隔においても、(5)または(9)式と(6)式の資算 に従って危険ベクトルが得られるので、多相のうちの1 相のみに和梵校出際を設けた場合でも、単和の場合と同

遠によって!に収束することから、1の代わりに1、を る。先の(9)式における電流推定値1、は、概差の縁

[0016] 次に、第3の発明の場合について設明す

35

様にベクトル何期が可能となる。

(6) 式の1を1, に関換すると、次の数5の如き (1 40 0)式で回転飛機系に変換された電流ペクトル構定値!

. が得られる。

川いても低流ベクトルを飼御できる。そこで、まず、

(...) [(... sin θ) (...)

8

まり、次の (11) 式のようにすれば、ペクトル制御が

なお、筑3の死明がN21のN柏電力変換器に適用可能 50 であることは、筑1.筑2の死明と同株である。

代わりにベクトル関節手段の帰還入力として与える。つ

むられた危険ペクトル推定的1, そ、危険ペクトルの

-

$$\begin{bmatrix} x_i \\ x_i \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A^* & (\omega) & B^* & (\omega) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_i \\ x_i \end{bmatrix}$$

[0019] 上記の関係を使えば、同転用標系に変数し、15 わすことができる。

$$\begin{pmatrix} x, \\ 1, \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} A & (\omega) & B & (\omega) \\ C & (\omega) & D^* & (\omega) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x, \\ v, \\ 0 \end{pmatrix}$$

[0020] (14) 式のままでも状態推定は可能であ るが、初期的やパラメータ観差による推定観差で"が現

$$\begin{pmatrix} \ddot{x} & \ddots \\ \vdots & \ddots \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} A^{-}(\omega) & B^{-}(\omega) \\ C^{-}(\omega) & D^{-}(\omega) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \ddot{x} & \ddots \\ \ddot{y} & \ddots \end{pmatrix} + g(e^{*})$$

$$(BL) \quad g(e^{*}) : e^{*}ONB$$

[0021] 次に、電積ペクトル資算手段は、上式で得 られる名遣ベクトル推定値1,"を次の(16)式に代 | = (sin# cos#) i, これを、 (6) 式に代入して電焼ベクトル।,' = (1 れば、第1の発明と同じように、1相のみの礼法校川に とで、NHRJ/表数器をベクトル知識することが可能と 4. 5の発明において、電放ベクトル推定値1,"が追 彼ペクトルー, に収収することを示した。そこで、坊 4. 5の発明において電餅ベクトル飯算手段を名き、1 [0022] 次に、気6の発明について税明する。 第 ・の代わりに 1, ** そベクトル関節手段に指摘するに てN柏性力変換器をベクトル紡御できることになる。

(0023)

は関10と同じである。状態推定手段105は、値交相 第を示す構成図である。この例は電力変数器101、交 **英回路約102、電鉄後出際103、ベクトル関節手段** 104. 状態推定手段105. 電圧ペクトル桁令を交抗 **型圧指令に変換する第1の座標整数手段106、交流電** [党団の灾絶の形態] 図1はこの党団の第1の実施の形 筑後出航を電流ペクトルに変数する第2の光幅変数手段 107巻から構成される。交債回路関102は図8また

(1) 式と(5)式を、阿佐州標系の状態方程式に変換 すると、数6で示す (12) 式のようになる。 (**8**% 6)

[0018] ここで、砂川発信祭の状態変数と同信系統 10 の数7で示す (13) 式のような関係がある。

た次の数8でボす(14)式で、父前回路額モデルを表

 $\begin{pmatrix} x \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} A & (\omega) & B & (\omega) \\ C & (\omega) & D^* & (\omega) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ v \end{pmatrix}$

20 を帰還することで、次の数9の如き (15) 式を得る。 れる可能性がある。そこで、偏治で"=1,"-1,"

人して、爪ダ和液・・を火める。

に変数される。所模変数手段107としては、(6)式 圧折分から犯徴検出値と庇交する庇交犯被を推定する返 算手段として、構成することができる。その推定に当た 3 は礼前検目|| 1 1 2 とともに第2の所属変換下吸10 7に人りされ、(6) 式にもとづき犯猟ベクトル114 っては(5)式が川いられる。棉定された爪女亀施11 のような放算を行なう周知のものを用いることができ

5 によって推定されるので、基本被に関連するリブルの [0024] つまり、電鉄路川深103を1つしか設け 40 ていないにもかかわらず、直交組造が状態推定下段10 ペクトル関節手段104は、この配款ペクトル114と 型転折か108とから配圧ペクトル桁分を放算する。ペ 4 との偏然を求める加減算器A1, A2, その個点から クトル関節手段104の具体的な1例を図2に示す。す なわち、電焼網節器運転指令108と電焼ベクトル11 也圧ペクトル折合109を放算する礼策層節器R1,R 2、および回転の遊覧のも積分して回転密観系と静止所 ない位述ベクトル114の瞬時値を得ることができる。 S

(2). (4) 式のような耐算を行なう関知のものを川 5より構成される。なお、単概変数手段106は

K整能定手段105に飛ば整数手段106のIII 力である 父弟也圧折かと、伍佐使川陽103を介する追流後川位 とを人力し、祖統後川何と広交する爪交祖流を(9)式 こより推定するようにした点が特徴で、その他は図1と 川狭である。 図4 は図1の第2の敷形的を示す構成図で ある。この例は、構成は図3とほぼ同じであるが、礼徒 い点で、図1と相違する。ここでは、状態推定手段10 5 は(9)式により、配鉄板川依と爪交電流の2 相電流 下段107に人力され、(10) 式にもとづき収徴ベク トル推定値202に変換される。ベクトル関節下吸10 後川値が第2の地域変換手段107には人力されていな 推定値201を推定する。この推定値は第2の先続数数 とにもとづき的御を行なうが、状態推定手段105が名 液体円付112に近接して動作することで、数1の場合 4 は、この乱扰ペクトル推定値202と遺転折か108 [0025] 図3に図1の第1数形的毛示す。これは、 と同様のベクトル制御が実現される。

構成図である。この例は、電力変数器101、交流回路 4、状態推定手段301、相圧ペクトル指令を交流和圧 折合に変換する第1の座標変換手段106、程能ベクト [0026] 図5はこの売明の第2の実施の形態を示す ル資算手段302等より構成される。状態推定手段30 1は他爪ベクトル折介を入力として、交流回路約102 ルをベクトル朝節手段104に入力することにより、ベ る。推定された組造ペクトル推定値202と配施検制値 り、道筋ベクトル114に敷設される。この礼前ベクト 112とは、配徴ペクトル復算下段302に入力され、 関102、電流機用器103、ペクトル関節下段10 ここで(16)式にもとづく資算によって点交配紙! の仏流ベクトル202を(14)式にもとづき推定す となり、さらに (6) 式の放算が行なわれることによ クトル制御が行なわれる。

[0027] 図6に図5の敷形倒を示す。これは、収配 熊定手段301に電鐵袋出位112を入力し、交換回路 関102の電焼ベクトル202を(15)式にもとづき 推定するようにした点が特徴で、その他は図5と同じで

術成凶である。この例は図らに示すものから乱扰ベクト ル禎算手段を右略し、状態能定手段401を激けた点が 析介と犯徴機団値を入力として、交徴回路額102の組 【0028】 図7はこの売別の第3の火焔の形態を示す 特徴である。この状態推定手段401は、和日ペクトル 焼ベクトル202を(15)式にもとづき旅迎する。こ の礼法ペクトル推定値202老ペクトル関節手段104 に入力することにより、ベクトルが御が行なわれる。

[0029] なお、1:紀各例の交流回路網において、負 交換和動機の速度または位相情報が得られる場合、これ らをベクトル削算下段および状態推定下段で実施される 尚または電源系統の交流型圧またはその位相、もしくは 放算に供しても着し支えないことはいうまでもない。ま た、上記の如く指定される状態変数を、何力変換器飼養 に川いても何ら泣し女えない。

特閣平10-225199

(0000)

が解アルゴリズムで電力変換器を紡飾するようにしたの で、治済後川県の函数を必要以底限としつつ制度の高い ペクトル的類で統一向に包御することができる利点が称 はその推定値までの伝達関数は多相で電流機用器が複数 の場合と同様であり、したがって、多相で粗微微田陽が られる。また、祖田ペクトル折合から相談ペクトルまた 【発明の効果】この発明によれば、1つの電鉄機出器と 複数の場合のすべてのベクトル関節方式を適用すること 2

|Muliofffffftな成明]

[図1] この党団の第1の実施の形態を示す構成図であ

[図2] 図1のベクトル傾向下段の具体例を示すプロッ ク対である。

【図5】この発明の第2の実施の形態を示す構成図であ [図3] 図1の第1の数形面を示す構成図である。 [図4] 図1の紅2の敷形倒を示す構成関である。

【図7】この党明の第3の実施の形態を示す構成関であ [凶6] 図5の数形的を示す構成図である。

[図8] 第1の従来例を示す構成的である。 [図9] 図8の交流回路額の11体例を示す構成因であ

[図11] 図10の交流回路網の具体例を示す構成図で 【図10】 第2の従来例を示す構成図である。

(はいの数型)

101,503…借力救投器、102…交貨回路數、1 03.701…低硫酸田器、104…ベクトル調節手 段、105、301、401…状態推定手段、106。

川ペクトル桁台、110…交債地圧折台、111…位相 40 107…所収度数平段、108…近低指令、109…恒 114…電流ペクトル、115…直交相圧指令、201 …2 相相始推定値、2 0 2 …相偶ペクトル推定値、3 0 段、502…孔流周節手段、601、801…配票系統 基準、112…電流使出值、113…直交電流推定值。 45 2…低流ペクトル前算手段、501…交流指令発生手

または仏仏、602、802…フィルタ、803…交诜

特開平10-225199

de l'est established l'establis